

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

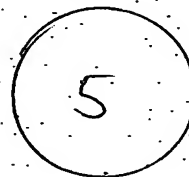


DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 30 18 572 A 1

⑤① Int. CL 3:  
F 27 B 7/34  
F 27 B 7/34

②① Aktenzeichen: P 30 18 572.9-15  
②② Anmeldetag: 14. 5. 80  
④③ Offenlegungstag: 19. 11. 81



DE 30 18 572 A 1

⑦① Anmelder:  
Deutsche Kommunal-Anlagen Miete GmbH, 8000 München,  
DE

⑦② Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Pyrolyseofen, bei dem die Pyrolysegase zur Verbrennung dem Brenner des Pyrolyseofens zugeführt werden, und Verfahren zur Zuführung von Pyrolysegas zur Verbrennung in einem Brenner eines Pyrolyseofens in welchem das Pyrolysegas entstanden ist

DE 30 18 572 A 1

Deutsche Kommunal-Anlagen Miete GmbH  
Arnulfstraße 44, 8000 München 2

---

Pyrolyseofen, bei dem die Pyrolysegase zur Verbrennung dem Brenner des Pyrolyseofens zugeführt werden, und Verfahren zur Zuführung von Pyrolysegas zur Verbrennung in einem Brenner eines Pyrolyseofens, in welchem das Pyrolysegas entstanden ist

Patentansprüche:

1. Pyrolyseofen, insbesondere Drehrohröfen für die Pyrolyse von Abfallstoffen mit
  - einem länglichen Pyrolyseraum, der insbesondere als Drehrohr ausgebildet ist,
  - einer Beschickungseinrichtung am einen Ende des Pyrolyseraumes,
  - einer Austragseinrichtung am anderen Ende des Pyrolyseraumes,
  - einer den Mantel des Pyrolyseraumes umfassenden Heizeinrichtung, die mehrere Heizkammern mit unterschiedlicher Wärmeabgabe an zugeordnete Bereiche des Pyrolyseraumes aufweist,
  - einer Abzugseinrichtung für die in der Heizeinrichtung entstehenden Abgase und

- einem Auslaß für die bei der Pyrolyse der Abfallstoffe entstehenden Pyrolysegase, die zur Verbrennung der Heizeinrichtung zugeführt werden,
- gekennzeichnet durch die Kombination der Merkmale, daß
- die Heizeinrichtung (1) einen Brenner (4) aufweist, der parallel zur Längsausdehnung des Pyrolyseraums (5) in einen den Heizkammern (7, 8, 9, 10) gemeinsamen Brennerraum (11) gerichtet ist, aus dem die vom Brenner (4) erzeugten Heißgase direkt in die Heizkammern (7, 8, 9, 10) gelangen;
  - im Brennerraum (11) eine Meßeinrichtung (PI1) vorgesehen ist, durch die mittels einer Verbundregeleinrichtung (43) die Zuführung des Pyrolysegases und der zugehörigen Verbrennungsluft in den Brenner (4) in der für die Beheizung erforderlichen Menge erfolgt und
  - jede Heizkammer (7 bzw. 8 bzw. 9 bzw. 10), in der zur Ausgangsseite hin ein Druckgefälle herrscht, an der Ausgangsseite eine Klappe (12, 13, 14, 15) aufweist, deren Öffnungsgrad in Abhängigkeit von der Temperatur des von der jeweiligen Heizkammer beheizten Mantelbereichs des Pyrolyseraums, insbesondere Drehrohrmantelbereiches zur Erzielung der in der jeweiligen Heizkammer an den Mantel des Pyrolyseraums, insbesondere den Drehrohrmantel abzugebenden Wärmemenge gesteuert ist.

2. Pyrolyseofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennerraum (11) an den Heizkammern (7, 8, 9, 10) anliegend sich parallel zur Längsausdehnung des Pyrolyseraumes (5) erstreckt und Öffnungen (16, 17, 18, 19) zu den jeweiligen Heizkammern (7, 8, 9, 10) vorhanden sind.

3. Pyrolyseofen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Brenner (4), der Brennerraum (11), die Heizkammern (7, 8, 9, 10) und die Ausgangsseite (20) der Heizkammern von einer wärmeisolierenden Umhüllung umgeben sind.
4. Pyrolyseofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgase durch einen Wärmetauscher (22) geleitet werden, der zur Vorerwärmung der dem Brenner (4) zugeführten Verbrennungsluft und/oder Dampferzeugung dient.
5. Pyrolyseofen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verwirbelung der dem Brenner (4) zugeführten Gasluft-Ströme und zum Abtransport der Abgase aus dem Brennerraum (11) über die Heizkammern (7, 8, 9, 10) und einen Abgassammelkanal (40) und gegebenenfalls über den zwischengeschalteten Wärmetauscher (22) ein Saugzuggebläse (23) dient.
6. Pyrolyseofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die gegebenenfalls vorgewärmte Verbrennungsluft als Preßluft mit Injektorwirkung dem Brenner (4) zugeführt ist.
7. Pyrolyseofen nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Pyrolysegas im Bereich des aufgrund der Preßluftwirkung geschaffenen Unterdrucks der Verbrennungsluft zugemischt ist.
8. Pyrolyseofen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zumischung des Pyrolysegases mittels eines Venturieinsatzes erfolgt.
9. Pyrolyseofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (PI1) als Druckmeßeinrichtung ausgebildet ist.

10. Pyrolyseofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Brennerraum (11) zusätzlich eine Sauerstoffmeßeinrichtung (42) vorgesehen ist, die den Sauerstoffwert des Abgases mißt und eine in der zum Brenner (4) geführten Pyrolysegasleitung (44) vorgesehene Drossel (45) betätigt, welche dem in der Pyrolysegasleitung (44) liegenden Ventil, das durch die Verbundeinrichtung (43) in Abhängigkeit von der Meßeinrichtung (PI1) gesteuert wird, vorgelagert ist, und daß durch diese Drossel (45) der Pyrolysegasvordruck und damit die Pyrolysegasmenge auf die eingestellte Luftmenge so geregelt wird, daß ein vorgegebener Sauerstoffwert im Abgas bzw. ein vorgegebenes stöchiometrisches Verhältnis von Pyrolysegas zur Verbrennungsluft eingehalten wird.

11. Pyrolyseofen nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle des Sauerstoffwertes als Steuergröße für die Drossel (45) der Heizwert des Pyrolysegases ermittelt wird.

12. Pyrolyseofen nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung Drehrohröfen/Brennerraum einen kastenförmigen Querschnitt aufweist und die Heißgasführung um das Drehrohr erfolgt. (Fig. 3)

13. Pyrolyseofen nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Stirnwandbereich des Pyrolysereaktors an der Beschickungsseite beheizt ist, um eine Abkühlung des Stirnwandbereiches unter den Säuretaupunkt (etwa 140 bis 180°C) zu verhindern.

14. Pyrolyseofen nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Bereich, in welchem eine Kondensation der Kohlenwasserstoffe im Pyrolysegas erfolgen kann, eine zusätzliche Beheizung vorgesehen ist, die bei der Inbetriebnahme die Anlage auf die notwendige Temperatur aufheizt und während des Betriebs die Abstrahlungsverluste kompensiert.

15. Pyrolyseofen nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die das Pyrolysegas führenden Leitungen und Vorrichtungen zur Verhinderung von Wärmeverlusten zusätzlich isoliert sind.
16. Pyrolyseofen nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Beheizung elektrisch, mit einem Wärmeträgermedium oder mit heißem Abgas erfolgt.
17. Verfahren zur Zuführung von Pyrolysegas, das bei der Pyrolyse von Abfallstoffen in einem Pyrolyseofen entsteht, zur Verbrennung in einem Brenner, der zur Beheizung insbesondere eines Pyrolyseofens nach einem der Ansprüche 1 bis 16 dient, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungsluft dem Brenner als Preßluft zugeführt wird und das Pyrolysegas im Bereich des in der Brennerkammer aufgrund der Preßluftzufuhr herrschenden Unterdruckes zugeführt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Pyrolyse bei Temperaturen von 300°C - 800°C durchgeführt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Pyrolysegas nach Zurückgewinnung der im Pyrolyserohgas enthaltenen Aromaten durch Abkühlung und/oder nach Abscheidung der anorganischen Schadstoffe zumindest teilweise abgezweigt und zum Brenner des Pyrolyseofens zurückgeführt wird.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Pyrolysegas in eine Nachbrennkammer (24) abgezweigt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgase der Nachbrennkammer (24) dem Wärmetauscher (22) zugeführt werden.



22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung von überhitztem Dampf die Nachbrennkammer (24) und der Wärmetauscher (22) zu einer Einheit verbunden sind, in der das in die Nachbrennkammer abgezweigte Pyrolysegas zur Überhitzung des im Wärmetauscher erzeugten Dampfes eingesetzt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Pyrolysegas ein- oder mehrstufig, insbesondere zweistufig, im Brenner verbrannt wird.

Pyrolyseofen, bei dem die Pyrolysegas zur Verbrennung dem Brenner des Pyrolyseofens zugeführt werden und Verfahren zur Zuführung von Pyrolysegas zur Verbrennung in einem Brenner eines Pyrolyseofens, in welchem das Pyrolysegas entstanden ist

Die Erfindung betrifft einen Pyrolyseofen, insbesondere Drehrohrofen, für die Pyrolyse von Abfallstoffen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Zuführung eines bei der Pyrolyse von Abfallstoffen entstandenen Pyrolysegas zu einem Brenner eines Pyrolyseofens nach Anspruch 17.

Bei der Pyrolyse von Sondermüll, welche bei einer Temperatur von 650°C bis 750°C und insbesondere zur Erzielung eines möglichst hohen Aromatengehaltes im Pyrolysegas bei 700°C durchgeführt wird, ergibt sich im Pyrolysegas bei geringem Wassergehalt ein hoher Gehalt an aromatischen Substanzen. Das bei der Pyrolyse entstehende Pyrolysegas enthält neben den Permanentgasen wie Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Methan, Äthan, Propan und dgl. einen hohen Gehalt an Aromaten wie z.B. Benzol, Toluol und Xylol. Da die Aromaten als Rohstoff wesentlich wertvoller sind als der in ihnen steckende Energiegehalt ist es sinnvoll, das Pyrolysegas, nachdem es den Pyrolyseofen verlassen hat, nicht sofort zu verbrennen, sondern durch entsprechende Abkühlung die im Pyrolysegas enthaltenen Aromaten als Rohstoff zurückzugewinnen, wie dies beispielsweise in der älteren deutschen Patentanmeldung P 29 44 989 beschrieben ist.

Gegenüber Sondermüll, beispielsweise Schreddermüll, besitzt Hausmüll einen wesentlich höheren Wassergehalt und nur einen geringen Anteil an energiereichen Substanzen. Bei der Kondensation des Hausmüllpyrolysegases entstehen daher große Wassermengen, die gereinigt werden müssen und nur geringe Mengen an hochwertigen Ölen. Da die Reinigung des an-

fallenden Kondenswassers sehr aufwendig ist und die für die Öle erzielbaren Erlöse nur gering sind, ist es sinnvoller, das Hausmüllpyrolysegas nicht zu kondensieren, sondern nach einer entsprechend vorgeschalteten anorganischen Schadstoffreinigung und Saubabscheidung unmittelbar zur Beheizung des Drehrohrofens sowie gegebenenfalls zur Energieerzeugung zu verbrennen. Dadurch läßt sich der Wärmegehalt des Pyrolysegases beim Betrieb des Pyrolyseofens ausnützen.

Aus der DE-AS 22 04 308 ist ein Drehrohrföfen zur Abfallverbrennung bekannt, bei dem die bei der Verbrennung des Abfalls erzeugten Gase zur Nachverbrennung in eine das Drehrohr umfassende Heizkammer des Ofens zurückgeführt werden. Bei diesem bekannten Drehrohrföfen wird jedoch die zur Verbrennung der Abfallstoffe benötigte Wärme nicht von außen über den Drehrohrmantel in das Innere des Ofens eingeföhrt, sondern durch Verbrennung der Abfallstoffe im Drehrohrföfen selbst gewonnen. Der in der DE-AS 22 04 308 vorgesehene Brenner dient lediglich zur Nachverbrennung der in den Abgasen noch enthaltenen organischen Bestandteile. Eine alleinige Rückführung der Abgase ohne Verbrennung im Drehrohrföfen würde für eine Verbrennung der Abfallstoffe nicht ausreichen. Beim bekannten Drehrohrföfen wird eine totale Verbrennung der Abfallstoffe angestrebt, während bei der Pyrolyse, d.h. bei der Entgasung bzw. der Vergasung von Abfallstoffen ein brennbares Prozeßgas den Pyrolyseofen verläßt. Beim bekannten Verbrennungsofen ist der Brenner möglichst weit am Ende des Drehrohrföfens plazierte, um für die Nachverbrennung der Abgase noch eine ausreichende Verweilzeit zur Verfügung zu haben, und auf den mittleren Mantelteil des Drehrohres gerichtet, wobei eine Gegenstromführung vom Abfallgut und dem in der einzigen Heizkammer vorhandenen Heißgas erfolgt. Bei der Pyrolyse wird jedoch eine Querstromführung von Abfallgut und den Heißgasströmen angestrebt, da die Querstromführung eine gezielte Zuföhruug der Wärmemengen in den Bereichen, in denen sie erfordert werden, erlaubt.

Bei einer anderen bekannten, im Betrieb befindlichen Hausmüllpyrolyseanlage sind längs des Drehrohrofens Heizkammern vorgesehen, in denen die gewünschten Wärmeabgaben in den entsprechenden Zonen erzielt werden. Hierzu sind jedoch in jeder Heizkammer Brenner vorgesehen, wodurch ein erheblicher apparativer Aufwand notwendig ist. Darüber hinaus besteht auch hier die Gefahr einer örtlichen Überhitzung der Drehrohrmantelteile im Bereich der Brennerflammen. Ferner ist für jeden Brenner eine entsprechende Regeleinrichtung erforderlich, um die gewünschte Wärmemenge an den Drehrohrofen abgeben zu können.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Pyrolyseofen und ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, bei denen mit verringertem Aufwand und unter Beseitigung der Gefahr von örtlicher Überhitzung des Ofens unter Verwendung der Pyrolysegase eine Beheizung des Pyrolyseraumes mit örtlich unterschiedlichen Wärmeabgabezonen mit einem einzigen Brenner erzielt wird.

Diese Aufgabe wird vorrichtungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale und verfahrensgemäß durch die im Kennzeichens des Anspruchs 17 angegebenen Merkmale gelöst.

Bei der Erfindung ist die Brennerflamme und die Strömungsrichtung der vom Brenner gelieferten Heißgase quasi parallel zur Längsausdehnung des Pyrolyseraumes bzw. des Drehrohres ausgerichtet. Hierdurch wird eine örtliche Überhitzung des Mantels des Verbrennungsraumes bzw. des Drehrohres beim Drehrohrofen vermieden. Darüber hinaus läßt sich bei guter Wärmeisolation des Brennerraumes auch gewährleisten, daß im Bereich der Trocknungszone, die sich unmittelbar an die Beschickungsseite anschließt, eine ausreichende Wärmeabgabe erzielt wird. Innerhalb der einzelnen Heizkammern, die für die verschiedenen Zonen mit unterschiedlicher Wärmeabgabe vorgesehen sind, ergibt sich eine gleich-

mäßige Wärmeabgabe. Der Brenner kann an der Austragsseite oder Beschickungsseite des Pyrolysereaktors angeordnet sein.

Der Brennerraum kann rohrförmig ausgebildet sein und an den Heizkammern anliegend sich parallel zur Längsausdehnung des Pyrolyse-  
raumes erstrecken, wobei Öffnungen zu den jeweiligen Heizkammern vorgesehen sind. Auf diese Weise läßt sich eine kompakte Anordnung erzielen, die mit einer einheitlichen wärmeisolierenden Umhüllung umgeben sein kann, wobei die Umhüllung den Brenner, den Brennerraum, die Heizkammern, die Ausgangsseite der Heizkammern und die Austragsseite des Ofens sowie die abgasführenden Leitungen mit gegebenenfalls Wärmetauschern, Stellventilen und dgl. umgeben kann. Auf diese Weise lassen sich bei der Rückgewinnung der fühlbaren Wärme des Abgases die Abgasverluste minimieren.

In bevorzugter Weise ist die Beschickungsseite des Pyrolysereaktors, insbesondere die Stirnwand, mit einer wärmeisolierenden Schicht versehen und beheizt, wozu beispielsweise Abgase, Wärmeträgeröl oder Strom verwendet werden kann. Hierdurch soll eine Abkühlung des Stirnwandbereiches unter den Säuretaupunkt, d.h. unter etwa  $140 - 180^{\circ}\text{C}$  und damit Naßkorrosion verhindert werden. Ferner kann zusätzlich zur Wärmeisolierung zumindest in dem Bereich, in dem eine Kondensation der Kohlenwasserstoffe im Pyrolysegas möglich ist, eine zusätzliche Beheizung vorgesehen sein, die bei der Inbetriebnahme die Anlage auf die notwendige Temperatur aufheizt und während des Betriebes die Abstrahlungsverluste kompensiert. Hierzu wird man bevorzugt die pyrolyse-  
rohgasführenden Leitungen und Vorrichtungen beheizen und zusätzlich, um Wärmeverluste zu verhindern, isolieren.

Die in der Heizeinrichtung entstehenden Abgase können durch einen Wärmetauscher geleitet werden, der zur Vorerwärmung der dem Brenner zugeführten Verbrennungsluft dient. Ferner kann eine Nachbrennkammer

vorgesehen sein, in die ein Teil des Pyrolysegases abgezweigt wird. Falls beispielsweise zur Stromerzeugung überhitzter Dampf im Wärmetauscher erzeugt werden soll, können die Nachbrennkammer und der Wärmetauscher als Einheit ausgebildet sein, wobei das abgezweigte Pyrolysegas zur Überhitzung des im Wärmetauscher erzeugten Dampfes eingesetzt werden kann.

Zur Zuführung des Schwelgases bzw. der bei der Ent- oder Vergasung der Abfallstoffe entstehenden Gase kann die Verbrennungsluft dem Brenner als Preßluft zugeführt werden, wobei die Schwelgase im Bereich des Unterdruckes in der Brennerkammer bzw. im Brennerraum, der aufgrund der Injektorwirkung der Preßluftzufuhr herrscht, zugeführt wird. Hierzu kann der Brenner als Preßluftbrenner ausgebildet sein. Auch hierbei kann beispielsweise im Wärmetauscher die als Verbrennungsluft wirkende Preßluft vorgewärmt werden. Es läßt sich dabei eine gute Verwirbelung des Gas-Luftgemisches in der Brennerkammer bzw. im Brennerraum erzielen. Außerdem wird, wie schon erwähnt, durch die Injektorwirkung der Preßluftzuführung die Schaffung des für den Gastransport von der Austragsseite des Pyrolyseofens bis zum Austritt ins Freie notwendigen Druckgefälles, das von einem Abgasgebläse aufrechterhalten wird, unterstützt. Wenn es möglich ist, den Vordruck des Gases im Pyrolysereaktor so hoch zu wählen, daß ein Rückstau der Verbrennungsluft im Brenner in die Pyrolysegaszuleitung mit Sicherheit auszuschließen ist, kann es, soweit keine nennenswerten Druckgefälle im Ableitungsstrang der Abgase vorhanden sind, ausreichen, die Abgase mittels der zugeführten Verbrennungsluft aus dem Pyrolysereaktor auszutragen. Die Injektorwirkung der Verbrennungsluft führt außerdem zu einer guten Verwirbelung des Gas-Luft-Gemisches in der Brennkammer. Für eine gute Verwirbelung des Gas-Luft-Gemisches in einer Brennkammer ist normalerweise ein größeres Druckgefälle erforderlich, das von einem nachgeschalteten Abgasgebläse aufzubringen ist, wobei der Unterdruck in den Beheizungskammern durch eine ausreichend gute Abdichtung der Beheizungskammern gegenüber dem Drehrohr sicher-

gestellt wird.

Zur Aufrechterhaltung eines Druckgefälles innerhalb der Heizkammern von der Eintrittsseite des Heizgases bis zur Austrittsseite ist ein Saugzuggebläse vorgesehen, das dem Wärmetauscher nachgeschaltet ist, so daß die als Heizmittel dienenden Abgase auch durch den Wärmetauscher transportiert werden.

Damit längs des Pyrolyseraumes die gewünschten Wärmemengen in den einzelnen Heizkammern zugeführt werden, besitzen die Heizkammern an ihren Ausgangsseiten Klappen, die in Abhängigkeit von der Manteltemperatur des Pyrolyseraumes gesteuert werden.

Die Steuerung erfolgt mit Hilfe von an den Ausgängen der Heizkammern vorgesehenen Abgasklappen, die in Abhängigkeit von an den entsprechenden Mantelbereichen des Drehrohres vorgesehenen Temperaturfühlern und vorgegebenen Solltemperaturen in den einzelnen Bereichen längs des Pyrolysereaktors gesteuert sind, so, daß z. B. bei einem größeren Wärmebedarf in der Eingangszone des Pyrolyseraumes (Trocknungszone) durch Öffnung der Abgasklappen in der dort vorgesehenen Heizkammer eine solche Menge an Heißgas über das Drehrohr geführt wird, daß die dem dort vorgesehenen Temperaturfühler vorgegebene Solltemperatur erreicht wird. Entsprechend wird im Auslaufbereich des Drehrohrofens, aufgrund des geringeren Wärmebedarfes für die Ausgarung der Schwelstoffe, die vorgegebene Manteltemperatur bereits bei Abgabe einer geringeren Wärmemenge erreicht, so daß die in der dortigen Heizkammer vorgesehene Abgasklappe so weit zugefahren wird, daß die vorgegebene Temperatur nicht überschritten wird.

Durch die Installation des dem Wärmetauscher nachgeschalteten Saugzuggebläses wird noch der im vorstehenden schon erwähnte Vorteil unterstützt, daß für den Transport des Pyrolysegases von der Austragsseite des Ofens zum Brenner hin ein zusätzliches Gebläse, insbesondere auf

3018572

der Rohgasseite, bei einer nachgeschalteten Schadstoffreinigung des Pyrolysegases entfallen kann. Ein Druckerhöhungsgebläse auf der Rohgasseite ist insbesondere wegen der hohen Gastemperaturen von  $500^{\circ}$  -  $700^{\circ}$  C, mit denen das Pyrolysegas den Ofen verläßt, und wegen des in kühleren Gebläsetotzonen stattfindenden Kondensatausfalles störanfällig.

Insbesondere auch in Zusammenwirkung mit dem Unterdruck, der durch die Injektorwirkung der Preßluft im Brenner herbeigeführt wird, läßt sich das notwendige Druckgefälle von der Austrittsseite des Ofens bis zum Brenner hin auch bei zwischengeschalteter Schadgasreinigung des Pyrolysegases verringern. Durch die Injektorwirkung der Preßluft des Brenners werden außerdem die Dichtungsprobleme bei der Abdichtung des Drehrohres gegenüber den Heizkammern erleichtert.

Die Vorteile der Erfindung sind geringere Wärmeverluste wegen der unmittelbaren Zuführung der Heißgase zu den Heizkammern sowie eine wesentliche Vereinfachung des meß- und regeltechnischen Aufwandes für die Brennerregelung. Zudem ist die Installation eines einzelnen größeren Brenners weniger aufwendig als die Installation mehrerer kleinerer Brenner.

Gegenüber einer externen Brennkammer, bei der die Heißgase über sehr aufwendige Leitungen an die einzelnen Heizkammern des Drehrohrföfens herangeführt werden müssen (teure Konstruktionsmaterialien), ist die unmittelbare Anbringung der Brennkammer an die Heizkammer wesentlich einfacher.

Die Temperatur der Abgase in der Brennkammer kann durch Wahl eines nahezu stöchiometrischen Verbrennungsverhältnisses bei den Anwendungsfällen so hoch wie möglich gewählt werden, bei denen der thermische Wirkungsgrad für die Wärmeübertragung am günstigsten ist. Gegebenenfalls kann der Brenner jedoch auch so ausgebildet sein, daß er eine mehrstufige, insbesondere zweistufige Verbrennung durchführt, wenn es z. B. erforderlich ist, zunächst nur einen oder mehrere bestimmte Anteile des Pyrolysegases



zu verbrennen und den Rest nachzuverbrennen.

3018572

Unter Pyrolyse wird sowohl die Entgasung als auch die Vergasung der Abfallstoffe verstanden.

Die beiliegenden Figuren dienen zur weiteren Erläuterung der Erfindung. Es zeigen:

- Fig. 1                    ein Flußbild des Verfahrensablaufes bei der Hausmüllpyrolyse;
- Fig. 2                    in schematischer und teilweise schnittbildlicher Darstellung eine Anordnung, mit der sich die Erfindung durchführen läßt, wobei aus Darstellungsgründen die Abgasleitung und die Brennkammer in einer anderen Ebene dargestellt sind und
- Fig. 3                    einen Querschnitt durch eine kastenförmige Anordnung von Drehrohrofen und Brennerraum.

Bei dem in der Fig. 1 im Flußbild dargestellten Verfahren zur Hausmüllpyrolyse wird der Hausmüll in einen Pyrolysereaktor, der beispielsweise als Drehrohrofen 3 ausgebildet ist, eingebracht. Der Pyrolyserückstand wird als Schmelzkoks ausgetragen. Das Pyrolyserohgas verläßt mit einer Temperatur von  $300^{\circ}$  -  $800^{\circ}$  C bzw.  $250^{\circ}$  -  $750^{\circ}$  C den Reaktor und wird einem Absorber zugeführt, in welchem eine Reinigung von anorganischen Schadstoffen einstufig oder mehrstufig mit anschließender Staubabtrennung durchgeführt wird. Das gereinigte Pyrolysegas kann direkt dem Brenner des Pyrolysereaktors zur Verbrennung zusammen mit vorgewärmter Verbrennungsluft zugeführt werden.

Überschüssiges Pyrolysegas kann einer Nachbrennkammer, die mit einem Wärmetauscher zu einer Einheit 25 verbunden ist, zugeführt werden. Hier kann sowohl die Vorerwärmung der Verbrennungsluft für den Brenner des

Pyrolysereaktors 3 als auch die Erzeugung überhitzten Dampfes für die Dampferzeugung, insbesondere im Zusammenhang mit der Stromgewinnung, erfolgen. Dem Wärmetauscher in der Einheit 25 werden neben dem Abgas der Heizeinrichtung des Pyrolysereaktors 3 auch die Abgase der Nachbrennkammer in der Einheit 25 zugeführt. Diese Abgase werden mit Hilfe eines Saugzuggebläses 23 ins Freie befördert. Außerdem dient das Saugzuggebläse zur Verwirbelung der im Brenner 4 zugeführten Gas-Luftströme.

In den Fig. 2 und 3 ist im einzelnen ein Drehrohrofen 3 dargestellt, der zur Durchführung der Pyrolyse der Abfallstoffe geeignet ist. Natürlich kann auch ein Pyrolysereaktor bzw. eine Ent- oder Vergasungsvorrichtung verwendet werden, bei der der Pyrolyseraum durch eine andere Vorrichtung, beispielsweise stationäre Vorrichtung, gebildet wird. Anstelle der Zylinderform kann der Pyrolyseraum auch eine konische Form besitzen.

In den Fig. 2 und 3 besitzt der Drehrohrofen 3 ein Drehrohr 6, das den Pyrolyseraum 5 bildet. Das Drehrohr 6 wird von Heizkammern 7, 8, 9, 10, die nebeneinander in Längsrichtung des Drehrohres 6 angeordnet sind, umfaßt, wie das insbesondere aus der Fig. 2 zu ersehen ist. Die Heizkammern 7, 8, 9, 10 besitzen jeweils eine Einlaßseite für das Heißgas, welche beim dargestellten Ausführungsbeispiel durch die Öffnungen 16, 17, 18, 19 gebildet wird. An der Austrittsseite 20 besitzen die Heizkammern 7, 8, 9, 10 Klappen 12, 13, 14, 15, die, wie noch näher erläutert wird, durch die Manteltemperaturen TI 1, TI 2, TI 3, TI 4 des Drehrohres 6 mit Hilfe von nicht näher dargestellten Temperaturmeßeinrichtungen, z. B. Infrarotmeßeinrichtungen, gesteuert werden. Die Heißgase werden von einem Brenner 4 erzeugt, der an der Beschickungsseite 2 des Drehrohrofens 3 vorgesehen ist. Es ist jedoch auch möglich, den Brenner an der Austragsseite vorzusehen. Der Brenner 4 mündet in einen Brennerraum 11, der sich beim dargestellten Ausführungsbeispiel parallel zur Längsausdehnung des Pyrolyseraumes 5 bzw. zum Mantel des Drehrohres 6 erstreckt. Über die Öffnungen

3018572

16, 17, 18, 19 können die Heizgase in die Heizkammern 7, 8, 9, 10 eintreten und das Drehrohr 6 umspülen und dabei die zur Aufheizung des Gutes im Pyrolyseraum 5 in den einzelnen Zonen notwendigen Wärmemengen abgeben. Das Heißgas verläßt als Abgas die Heizkammern durch Kanäle 26, 27, 28 und 29, in denen die Klappen 12, 13, 14 und 15 angeordnet sind, und gelangt in die als Kanal ausgebildete Ausgangsseite 20. Die als Kanal ausgebildete Ausgangsseite 20 und der gemeinsame Brennerraum 11, in welchem das Heißgas den einzelnen Heizkammern 7, 8, 9, 10 zugeführt wird, verlaufen beim dargestellten Ausführungsbeispiel quasi parallel zueinander und erstrecken sich in Längsrichtung des Drehrohres 6 und können, wie in Figur 3 dargestellt, eine im Querschnitt kastenförmige Anordnung bilden, bei der der Drehrohrmantel von den Heißgasen vollständig umspült ist.

Der Müll wird über einen Füllbehälter 30 in einen Zuführungskanal 32 eingebracht und mit Hilfe eines Beschickungstößels 31 in den Pyrolyseraum 5 eingebracht. Dort gelangt der Müll im Bereich der Heizkammern 9 und 10 in eine Trockenzone und anschließend im Bereich der Heizkammer 8 in eine Schwelzone. Daran schließt sich im Bereich der Heizkammer 7 eine Ausgarzone an. Die Zuordnung der Trocknungs-, Schwel- und Ausgarzonen zu den Heizkammern 10 - 7 wird wesentlich durch die im Müll enthaltene Feuchtigkeit beeinflusst. Das Drehrohr 6 besitzt eine leicht geneigte Achse, deren Neigung veränderbar ist, so daß der Müll zu einer Austragsseite 21 im Ofen gelangt und in einer Austragseinrichtung 33, die eine Schnecke 34, einen Stößel oder ein anderes Austragsorgan aufweisen kann, als Rückstand ausgetragen wird. Die Abdichtung kann über eine aus Schwelkoks gebildete Austragssäule erfolgen, wie es z. B. in der älteren P 30 05 205 beschrieben ist.

An der Austragsseite 21 wird auch das aus der Ver- oder Entgasung der Abfallstoffe resultierende Pyrolyserohgas entnommen und über eine anorganische Schadstoffreinigungseinrichtung und Staubabscheidung 35 geführt. Das gereinigte Pyrolysegas wird dann zum Brenner 4 über eine Pyrolyseingasleitung 44 weitergeleitet.

3018572

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist noch die Nachbrennkammer 24 dargestellt, in die das überschüssige Pyrolysegas zusammen mit der entsprechenden Verbrennungsluft, die auch über den Wärmeaustauscher 22 vorgewärmt werden kann, eingebracht wird. Die Abgase dieser Nachbrennkammer werden zusammen mit den Abgasen aus dem Drehrohrofen 3 dem Wärmeaustauscher 22 zugeführt. Der Transport der Abgase aus dem Drehrohrofen 3 als auch aus der Nachbrennkammer 24 durch den Wärmetauscher 22 erfolgt mit Hilfe des Saugzuggebläses 23. Wie in der Figur 1 dargestellt, können der Wärmetauscher 22 und die Nachbrennkammer 24 zu einer Einheit verbunden sein.

Im Brennerraum 11 ist eine Druckmeßeinrichtung PI 1 vorgesehen. Mit Hilfe dieser Druckmeßeinrichtung kann die Gesamtmenge an Heißgasen eingestellt werden, die zur Beheizung des Pyrolyseraumes 5 im Drehrohr 6 benötigt wird. Durch diese Druckmeßeinrichtung PI 1 werden Ventile 36 für die Verbrennungsluft und 37 für das Pyrolysegas über eine Verbundregelung 43 angesteuert.

Im Brennerraum 11 ist zusätzlich zur Druckmeßeinrichtung PI 1 noch eine Meßeinrichtung 42 zur Bestimmung des Sauerstoffwertes des Abgases vorhanden. Diese Meßeinrichtung 42 wirkt auf eine Drossel 45, welche in der Pyrolyseingasleitung 44 vor dem Ventil 37 angeordnet ist. Hierdurch kann erreicht werden, daß bei einem Anstieg des Pyrolysegasheizwertes, der zu einem Abfallen des Sauerstoffgehaltes im Abgas führt bzw. umgekehrt, durch Änderung des Pyrolysegasvordruckes die Pyrolysegasmenge zur eingestellten Luftmenge so geregelt wird, daß ein vorgegebener Sauerstoffwert im Abgas bzw. ein vorgegebenes stöchiometrisches Verhältnis von Pyrolysegas zur Verbrennungsluft eingehalten wird.

Anstelle des Sauerstoffwertes kann als Steuergröße für die Drossel 45 auch der Heizwert des Pyrolysegases direkt genommen werden.

Da je nach Energiebedarf unterschiedliche Heißgasmengen im Brenner 4 erzeugt werden, wird der vom Sauggebläse 23 erzeugte Unterdruck durch eine Druckmeßeinrichtung PI 2 in Verbindung mit einer vor dem Saugzuggebläse 23 angeordneten Drossel 38 so geregelt, daß immer ein ausreichendes Druckgefälle zum Abziehen der Abgase aus dem Drehrohrofen 3 und gegebenenfalls aus der Nachbrennkammer 24 besteht. Die überschüssige Gasmenge wird über eine Verbundregelung von Ventilen 39 und 40 in einem vorgegebenen Gas-Luft-Verhältnis zusammengeführt, wobei, wie beim Brenner 4, durch Änderung des Gas-Vordruckes in Abhängigkeit vom  $O_2$ -Wert des Abgases durch die Meßeinrichtung 46 die Schwankungen des Pyrolysegas-Heizwertes kompensiert werden können. Die Überschußgasmenge wird durch die Druckmessung PI 3 erfaßt, die auf die Verbundregelung der Ventile 39 und 40 wirkt.

Zur Steuerung der dem Drehrohrofen zuzuführenden Wärmemengen in den einzelnen Zonen, d. h. in den einzelnen Heizkammern 7 - 10, wird die Wandung des Drehrohres 6 mit berührungslos arbeitenden, nicht näher dargestellten Temperaturmeßeinrichtungen, z. B. Infrarotmeßeinrichtungen, abgetastet und die Temperaturen TI 1, TI 2, TI 3, TI 4 ermittelt. In Abhängigkeit der Temperaturmessung durch diese Temperaturmeßeinrichtungen können die zugeordneten Klappen 12, 13, 14, 15 in den Auslaßkanälen 26, 27, 28 und 29 entsprechend gesteuert werden, so daß in den einzelnen Bereichen die dem Gut im Pyrolyseraum 5 zuzuführenden Wärmemengen über die Drosselwirkung der Klappen in den einzelnen Heizkammern gesteuert werden können.

Durch die Erfindung wird ein kompakter Gesamtaufbau gewährleistet. Wärmeverluste können dabei dadurch vermieden werden, daß sowohl der Brenner 4, der Brennerraum 11, die Heizkammern 7, 8, 9, 10, die Austragseite 21 des Drehrohrofens 3 und die Abgasleitungen 41 von einer wärmeisolierenden Umhüllung 49 umgeben sind.

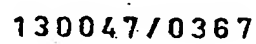
Wie die Figur 2 zeigt, ist die Eintragseite des Drehrohrofens, insbesondere die Stirnwand des Drehrohrofens 3, ebenfalls mit der wärmeisolierenden Schicht 49 zu versehen. Ferner wird die Beschickungsseite in bevorzugter Weise mit Abgasen, Wärmeträgeröl oder Strom oder sonstwie beheizt, um eine Abkühlung des Stirnwandbereiches unter den Säuretaupunkt ( $140 - 180^{\circ} \text{C}$ ) zu verhindern (Naßkorrosion). Ferner ist es von Vorteil, zusätzlich zur wärmeisolierenden Schicht 39 zumindest in dem Bereich, in dem eine Kondensation der Kohlenwasserstoffe im Pyrolysegas möglich erscheint, eine zusätzliche Beheizung vorzusehen, die bei der Inbetriebnahme die Anlage auf die notwendige Temperatur aufheizt und während des Betriebes die Abstrahlungsverluste kompensiert. Insbesondere die das Pyrolyserohr führende Leitung 47 und Vorrichtungen werden beheizt und zusätzlich wärmeisoliert.

In der Figur 3 sind rechteckige Querschnitte für das Gehäuse des Drehrohrofens und für den Abgaskanal 20 und den Brennerraum 11 dargestellt. Natürlich können anstelle dieser rechteckigen Querschnitte auch kreisförmige oder ovale Querschnitte verwendet werden.

Die Erfindung kann nicht nur bei der Verbrennung von Pyrolysegas, das bei der Hausmüllverbrennung gewonnen wird, zum Einsatz kommen, sondern auch bei der Verbrennung von in die Heizeinrichtung des Pyrolysereaktors zurückgeführten gereinigten Pyrolysegas, das bei der Sondermüllpyrolyse, wie sie beispielsweise in der älteren deutschen Patentanmeldung P 29 44 989 dargestellt ist, verwendet werden.

- 20 -  
Leerseite

FIG. 1





130047/0367

FIG. 2

3018572

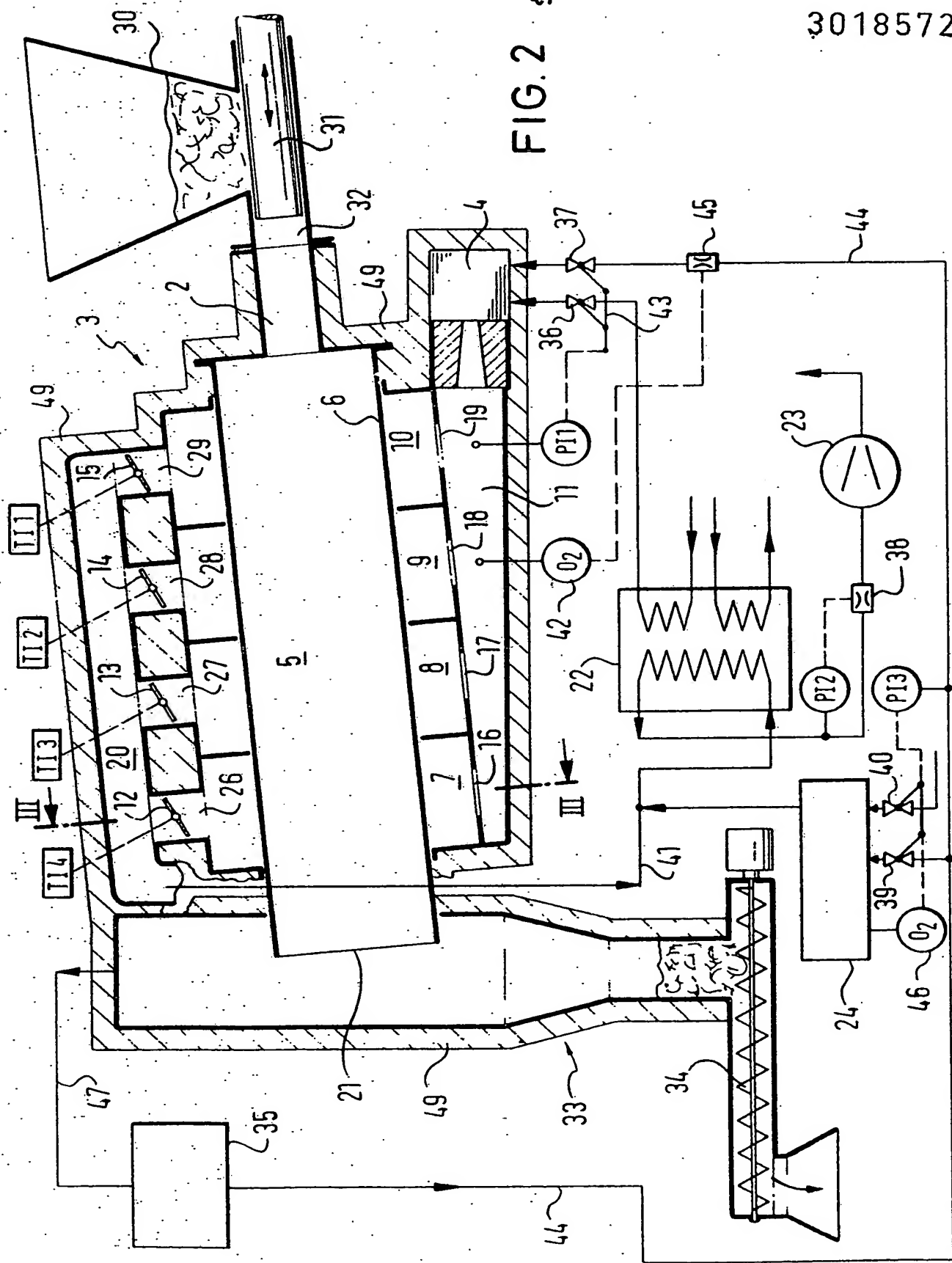


FIG. 3

